

Kielce, 27.06.2013 r.

Dr hab., prof. PŚk Elżbieta Bezak-Mazur
Katedra Inżynierii i Ochrony Środowiska
Politechnika Świętokrzyska

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Anny Twarowskiej
*pt. „Ocena właściwości sedymentacyjnych osadu czynnego z
wykorzystaniem wyników badań kinetyki jego suszenia”*

1. PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Niniejsza recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 17 kwietnia 2013 roku i pisma Dziekana Wydziału dr hab. prof. PŚk Lidii Dąbek o moim powołaniu na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr Anny Twarowskiej.

2.CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA ROZPRAWY

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 133 strony obejmujące:

- część tekstową (118str)
- spis literatury uwzględniający 245 pozycji (10 str)
- spis tabel (2 str)
- spis rysunków (93 str).

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów, w tym: wprowadzenie, cel i zakres pracy, przegląd literatury, metodyka badań, wyniki badań, podsumowanie i wnioski końcowe.

We „Wprowadzeniu” Autorka zaprezentowała istotę oczyszczania ścieków za pomocą osadu czynnego, podała także schematy układów technologicznych oczyszczalni z osadem czynnym i reaktorem SBR. Zwróciła uwagę na warunki prawidłowego działania oczyszczalni ścieków z osadem czynnym, w tym na dobre właściwości sedymentacyjne osadów. Zaprezentowała stosowane możliwości oceny zdolności sedymentacyjnych osadów poprzez wykonywanie testów sedymentacyjnych i ich graficznej interpretacji w postaci wykresów krzywych sedymentacji osadu. W przypadku krzywych sedymentacji omówiła literaturowe możliwości modelowania prędkości sedymentacji. Dla osadów spuchniętych opisała monitorowanie stopnia spuchnięcia osadu, konieczne do oceny prawidłowej pracy oczyszczalni, poprzez indeksy osadu (SVI, SSVI, DSVI). Dla każdego z nich dokonano oceny zalet i wad. Podkreśliła także rolę regularnych obserwacji mikrobiologicznych w ocenie prawidłowego przebiegu pracy oczyszczalni. W rozdziale „Cel i zakres pracy „ doceniając rolę testów sedymentacyjnych w ocenie właściwości sedymentacyjnych osadów i kontroli prawidłowej pracy oczyszczalni a jednocześnie zwracając uwagę na warunki ich oznaczania (czas, sprzęt laboratoryjny) Autorka postawiła tezę: czy do oceny właściwości

sedymentacyjnych osadu czynnego można wykorzystać analizę wyników zmian masy próby osadu podczas jego suszenia w wago suszarce?

Zakres pracy, w związku z wyżej postawionym celem obejmował:

- studia literaturowe na temat właściwości sedymentacyjnych osadów czynnych i czynników wpływających na te właściwości,
- opis metod wykorzystywanych w badaniach kinetyki suszenia osadów,
- opis oryginalnej metodyki interpretacji wyników badań kinetyki suszenia osadów z analizą możliwości wykorzystania jej do szybkiej diagnostyki cech wpływających na właściwości sedymentacyjne osadów czynnych,
- badania eksperymentalne nad: wpływem stężenia suchej masy osadu na wyniki testów sedymentacyjnych, wpływem kinetyki suszenia na właściwości sedymentacyjne, wpływem dodatku superabsorbentów na właściwości sedymentacyjne osadów czynnych,
- opracowanie wyników badań i wniosków końcowych.

W rozdziale 3 „Przegląd literatury o właściwościach sedymentacyjnych osadu czynnego i czynnikach na nie wpływających” zaprezentowano przegląd literatury dotyczącej budowy kłaczków osadu, właściwości sedymentacyjnych osadów i przyczyn ich zmian, w tym puchnięcia osadu, oraz sposobów poprawy właściwości sedymentacyjnych osadu czynnego obejmujący: zastosowanie chemikaliów ograniczających rozwój bakterii nitkowatych, stosowanie obciążników osadu zapobiegających powstawaniu piany, rolę modyfikacji metabolizmu substratów przez mikroorganizmy tworzące kłaczkę oraz modyfikacje układu technologicznego (zastosowanie selektorów, zastosowanie granulowanego osadu czynnego). Należy podkreślić, że przegląd literatury napisany został z wykorzystaniem obszernych studiów literaturowych obejmujących zarówno starsze „fundamentalne pozycje jak i najnowsze materiały źródłowe z 2011 i 2012 roku.

Kolejny rozdział 4, zatytułowany „Podstawowe informacje z zakresu teorii suszenia” zapoznaje czytelnika z suszeniem jako procesem technologicznym i opisuje podstawowe parametry procesu takie jak: wilgotność, wilgotność bezwzględna, szybkość suszenia, krzywe suszenia.

W obszernym, obejmującym strony od 44 do 64 rozdziale 5, zatytułowanym „Metodyka badań” Autorka opisała pięć oczyszczalni, z których pobierała próby osadów czynnych. Były to oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne, mechaniczno -biologiczno-chemiczne o różnej przepustowości (od 280 m³/d do 72000 m³/d).

W podrozdziale 5.2 uzasadniła celowość podjęcia badań z użyciem superabsorbentów, jakim było zbadanie oddziaływań substancji silnie hydrofilowych na cechy kłaczków osadu czynnego oraz opisała podstawowe właściwości stosowanych w pracy superabsorbentów.

W kolejnym podrozdziale (5.3) Pani A. Twarowska opisała metodykę wykonywania testów sedymentacyjnych, zaś w podrozdziale 5.4 – metodykę badań kinetyki suszenia osadów czynnych.

Rozdział 6 „Wyniki badań” jest poświęcony ich prezentacji. Autorka przedstawiła w podrozdziale 6.1 wyniki badań wpływu stężenia suchej masy osadu na wyniki testów sedymentacyjnych (rys33-35, tab 10-14) oraz wyestymowania metodą estymacji nieliniowej

Lovenberga- Marquarda w programie Statistica 6.0 , stałych α i H z równania regresji opisującego wysokość zmian stref A i B sedymentującego osadu (tab 15-19).

Na rysunkach 34-47 zaprezentowała wykresy rozrzutu pomiędzy suchą masą osadu a wyestymowanymi wartościami α i H dla prób osadów z badanych oczyszczalni. W podrozdziale 6.2 omówiono badania wpływu wartości opisujących kinetykę suszenia na wyniki testów sedymentacyjnych. Badaniami objęto osady czynne bez rozcieńczania i rozcieńczone ściekami (tab26). Dokonano estymacji , na podstawie danych eksperymentalnych(tab20) , wartości stałych α i H w równaniu (13), (tab 21). Obliczono współczynniki n , k , $k_{1,5}$ z równania regresji (16) i (17), (tab22) oraz przedstawiono wykresy rozrzutu pomiędzy wyestymowanymi stałymi a stężeniem suchej masy osadu (rys 50-53). W podrozdziale 6.3 podano wyniki badań właściwości sedymentacyjnych (tab23) i kinetyki suszenia wodnych zawiesin adsorbentów (rys 54-59, tab 24). Następnie podano (podrozdział 6.4) wyniki badań nad wpływem superabsorbentów na właściwości sedymentacyjne osadów czynnych.

W tab 25-29 przedstawiono wyniki testów sedymentacyjnych osadów czynnych z dodatkiem badanych superabsorbentów , zaś na rys 60-63 ,przykłady krzywych suszenia tych osadów, a w tabelach 30i 31 podano parametry opisujące kinetykę suszenia osadów z dodatkiem różnych ilości i rodzajów superabsorbentów.

Rozdział 7 zatytułowany „Podsumowanie i wnioski końcowe” prezentuje najważniejsze osiągnięcia rozprawy, a wśród nich możliwość przewidywania właściwości sedymentacyjnych osadów na podstawie bezwzględnej szybkości suszenia.

3. OCENA CELOWOŚCI I MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY

Możliwość kontroli prawidłowej pracy oczyszczalni ścieków jest zagadnieniem kluczowym dla uzyskania satysfakcjonującego efektu finalnego, jakim jest odpowiednie i zgodne z wymogami prawa ochrony środowiska , oczyszczenie ścieków. Stąd też dużą rolę odgrywają praktyczne możliwości jej przeprowadzenia . W oczyszczalniach stosujących metodę oczyszczania przy pomocy osadu czynnego należy dysponować szybką, tanią i wygodną metodą oznaczania zdolności sedymentacyjnych osadu czynnego. Stosowane obecnie do tej oceny, testy sedymentacyjne i oznaczanie indeksów osadu nie spełniają wszystkich powyższych kryteriów. Stąd też celowym jest poszukiwanie innych rozwiązań. Oceniana rozprawa daje taką propozycję. Jest nią możliwość oceny właściwości sedymentacyjnych osadu poprzez analizę wyników zmian masy próby osadu podczas jego suszenia w wago suszarce. W ramach obszernego eksperymentu obejmującego badania wpływu stężenia suchej masy i kinetyki suszenia na wyniki testów sedymentacyjnych Autorka stwierdziła, że na podstawie ustalonej w czasie suszenia osadów maksymalnej bezwzględnej szybkości suszenia osadu W_{max} można przewidywać właściwości sedymentacyjne osadów czynnych. Pani Magister podała funkcję, która może być wykorzystana do modelowania zmian położenia płaszczyzny rozdziału między cieczą sklarowaną a warstwą osadu w czasie prowadzenia testów sedymentacyjnych. Wykazała również, że kinetykę szybkości suszenia osadów opisuje wykładnicze równanie wiążące wilgotność osadu z bezwzględną szybkością suszenia. Badania kinetyki suszenia osadów były prowadzone również w obecności superabsorbentów, które wiążąc wodę mogą wpływać na

kinetykę suszenia osadów. W logicznie zaplanowanym eksperymencie Autorka wykazała, że nawet małe dawki (poniżej 10% smo) wpływają na zmianę przebiegu krzywych suszenia , przy czym wraz ze wzrostem ilości superabsorbentu szybkość bezwzględna suszenia zmniejszała się. Dysponując obszernym materiałem eksperymentalnym dotyczącym testów sedymentacji i parametrów opisujących kinetykę suszenia Autorka poszukiwała związków funkcyjnych między objętością osadu czynnego po 30 minutach sedymentacji V_{30} a szybkością suszenia osadu W_{max} . Wynik tych poszukiwań zaprezentowany jako eksplotencjalna zależność między W_{max} a V_{30} z wysokim, jak na badania na rzeczywistych próbach, współczynnikiem determinacji (rys 65) pozwolił na finalne stwierdzenie, że szybkość suszenia osadu może być wykorzystana do predykcji jego zdolności sedymentacyjnych. Ten nowy sposób określania właściwości sedymentacyjnych osadów ściekowych został zgłoszony do ochrony patentowej (p.399848).

4. UWAGI REDAKCYJNE I DYSKUSYJNE

Praca jest zredagowana w sposób nie budzący zastrzeżeń. Drobne uwagi stylistyczne i redakcyjne zostały zaznaczone w egzemplarzu przekazanym Autorce.

Poniżej przedstawiono tylko uwagi dyskusyjne i merytoryczne.

1. Str 6

Uważam, że przy założonej koncepcji opisu metody oczyszczania ścieków osadem czynnym zbyteczne są lakoniczne informacje o odzyskiwaniu z osadu metali ciężkich czy jego wykorzystywaniu do usuwania siarkowodoru.

2. Str 18

Podane wartości powierzchni właściwej węgla aktywnych są zaniżone.

3. Str 32

Proszę o rozwinięcie informacji , zawartej w pierwszym zdaniu podrozdziału 3.3 mówiącej o wykorzystaniu związków chemicznych do kontroli mikroorganizmów nitkowatych w osadach.

4. W kilku miejscach, między innymi w tekście na stronie 62, termin „adsorbent” i „adsorbat” są używane wymiennie. Czy to są terminy jednoznaczne?

5. Str 64

Autorka z wartości stałej k z równania (17) wnioskuje o sposobie wiązania cząsteczek wody przez osad. Uważam, że poprawniej byłoby wykorzystać do tego celu metody fizykochemiczne, np. analizę widm IR.

6. Badania były prowadzone na bardzo licznym zbiorze prób osadów pobieranych w pięciu oczyszczalniach w latach 2009-2011. Jedne próby były wykorzystywane do testów sedymentacyjnych ,inne (inne daty poboru) do oceny wpływu dodatku superabsorbentów , zaś wszystkie do oceny zależności między V_{30} a W_{max} . Czy miało to wpływ na uzyskane wyniki?

7. Wniosek 5 uważam za zbyt daleko idący. W pracy nie przeprowadzono badań fizykochemicznych dotyczących charakteru wiązania wody przez adsorbenty i kłaczkę , co moim zdaniem nie upoważnia do wnioskowania o zmianach sposobu wiązania wody.

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Zawarte w recenzji uwagi merytoryczne i dyskusyjne oraz redakcyjne nie umniejszają wartości rozprawy. Powinny one być wykorzystane przez Autorkę na etapie przygotowywania publikacji.

Rozprawa doktorska Pani Anny Twarowskiej została wykonana poprawnie i stanowi nowy, oryginalny wkład wiedzy w obszarze oczyszczania ścieków. Rozprawa zawiera istotne wartości poznawcze i aplikacyjne o czym świadczy zgłoszenie patentowe.

W konkluzji stwierdzam, że **recenzowana rozprawa w pełni spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w art.13 ust.1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. 2003, poz 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie mgr Anny Twarowskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Środowiska , Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej.**

